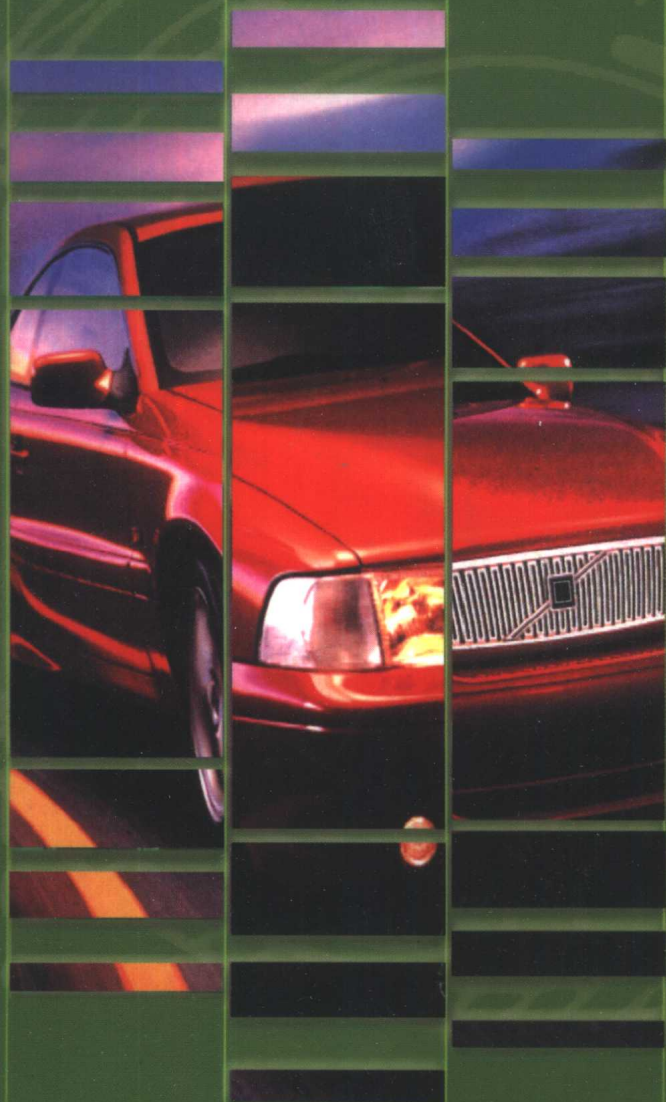




吴基安 编著

汽车电子 装置图解 检修手册

人民邮电出版社
www.pptph.com.cn

汽车电子装置图解检修手册

吴基安 编著

人民邮电出版社

图书在版编目(CIP)数据

汽车电子装置图解检修手册/吴基安编著. —北京:人民邮电出版社. 2001.10

ISBN 7-115-09443-8

I. 汽... II. 吴... III. 汽车—电子设备—检修—图解 IV. U472.4—64

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 039216 号

内 容 提 要

本书内容包括:发动机汽油喷射系统、自动变速器、制动防抱死系统、驱动防滑系统、悬架控制系统、动力转向、巡航控制(经济车速行驶)和安全气囊系统等 8 个方面的电子控制系统的结构、组成、故障诊断与排除,以及各主要部件的检查与维修。本书可供从事汽车运输管理、维修保养等行业的工程技术人员及相关专业高校、中专、技校的师生学习参考。

汽车电子装置图解检修手册

◆ 编 著 吴基安

责任编辑 李育民

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号

邮编 100061 电子函件 315@pptph.com.cn

网址 <http://www.pptph.com.cn>

读者热线 010-67129212 010-67129211(传真)

北京汉魂图文设计有限公司制作

北京顺义振华印刷厂印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本:787×1092 1/16

印张:19 25

字数:473 千字

2001 年 10 月第 1 版

印数:1-5 000 册

2001 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-09443-8/TB·14

定价:25.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话:(010)67129223

前 言

近年来,我国的汽车工业和交通运输业得到迅速发展,汽车在国民经济的各个领域和社会生活中发挥着越来越重要的作用。目前,电子控制技术在汽车上的应用越来越多,装有多种电子产品的汽车在国内市场大量销售后,给汽车使用、维修和保养工作带来了不少困难,相当多的驾驶员和修理工面对复杂的汽车电子装置及电子控制系统束手无策,深感汽车电子技术基础知识的不足。

为了满足广大汽车使用、维修及有关技术人员的迫切需求,使大家尽快熟悉、了解和掌握汽车电子控制系统,更好地从事汽车及其电子装置的使用、维修和保养工作,特编写本书。

本书在编写过程中,得到中国汽车技术研究中心、天津大学、天津轻工业学院、天津开发区泰达汽车维修有限公司、天津太平洋汽车服务有限公司、天津市公用汽车修理厂、天津市公用技工学校,以及军事交通学院等单位的壮惟、张春润、王金祥、姜丁、杨生辉、李建文、齐志鹏、李良洪、董宏国、董素荣、杨华、许洪军、刘金华、朱先民、赵航、商国华、王荣先、杨军、于阳、孟庆宇、冯银靖、吴江、李世俊、潘福增、龙文翔、焦志勇、谈炳发、谭家训、董焕庆、周凡等同志的热情支持和帮助,在此特致谢意。

尽管编著者为本书花了不少功夫,但由于水平有限,实践经验不足,书中难免还会存在不妥和错误之处,恳请读者批评指正。

吴基安
2001年4月

目 录

一、发动机汽油喷射系统的检修	1
(一) 电控汽油喷射系统的分类及组成	1
(二) 电控汽油喷射系统的故障诊断与排除	25
(三) 电控汽油喷射系统主要装置的检查与维修	72
二、自动变速器的检修	112
(一) 自动变速器的类型及组成	112
(二) 自动变速器的故障诊断与排除	129
(三) 自动变速器的检查与维修	140
三、制动防抱死系统(ABS)的检修	148
(一) 制动防抱死系统的组成	148
(二) 制动防抱死系统的故障诊断与排除	159
(三) 制动防抱死系统主要装置的检查与维修	166
四、驱动防滑系统(ASR/TRC)的检修	180
(一) 驱动防滑系统的组成	180
(二) 驱动防滑系统的故障诊断与排除	190
(三) 驱动防滑系统主要装置的检查与维修	193
五、悬架控制系统的检修	201
(一) 悬架的类型及组成	201
(二) 悬架控制系统的故障诊断与排除	220
(三) 悬架控制系统主要装置的检查与维修	232
六、动力转向系统的检修	234
(一) 动力转向系统的类型及组成	234
(二) 动力转向系统的故障诊断与排除	248
(三) 动力转向系统的检查与维修	252
七、巡航控制系统(CCS)的检修	254
(一) 巡航控制系统的类型及组成	254
(二) 巡航控制系统的故障诊断与排除	264
(三) 巡航控制系统主要装置的检查与维修	268
八、安全气囊系统的检修	274
(一) 安全气囊系统的类型及组成	274
(二) 安全气囊系统的故障诊断与排除	286
(三) 安全气囊系统主要装置的检查与维修	295

一、发动机汽油喷射系统的检修

发动机电子控制(简称电控)的汽油喷射系统与化油器系统相比具有许多优点,比如:混合气分配的均匀性好,任何工况下都能获得精确的可燃混合气浓度,充气效率高,加速性能好,启动性能及减速断油性好等。

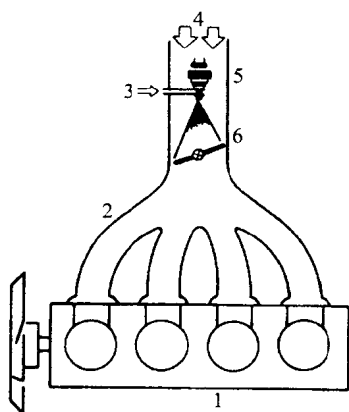
(一) 电控汽油喷射系统的分类及组成

1. 电控汽油喷射系统的分类

(1) 按喷油器数量分类

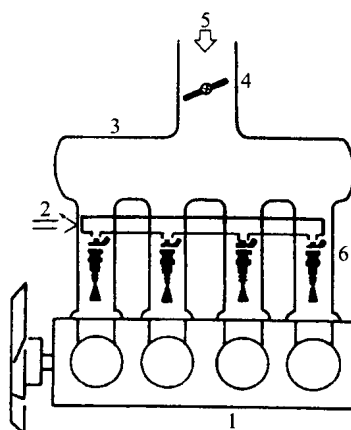
① 单点喷射:几个汽缸共用一个喷油器,英文缩写为 SPI。因其喷油器设在节气门体上,因而又称节气门体喷射,英文缩写为 TBI,如图 1-1 所示。

② 多点喷射:每一个汽缸有一个喷油器,英文缩写为 MPI,如图 1-2 所示。



1. 发动机 2 进气支管 3. 汽油入口
4. 空气入口 5 喷油器 6. 节气门

图 1-1 单点喷射系统示意图



1. 发动机 2. 汽油入口 3 进气管
4. 节气门 5. 空气入口 6 喷油器

图 1-2 多点喷射系统示意图

(2) 按喷油部位分类

① 缸内喷射:在压缩行程开始前或刚开始时将汽油喷入汽缸内。这项技术用于稀薄燃烧的汽油机。

② 喷在进气门前:喷油器装在进气管上,只用于多点喷射系统。

③ 喷在节气门上方:喷油器装在节气门上方,用于单点喷射系统。

(3) 按进气量检测方法分类

① 速度-密度法(D型):通过测量进气支管内的真空度和温度来计算每循环吸入空气

量。由于空气在进气管内受压力波动影响,测量精度较差。

② 质量-流量法(L型):用空气流量计直接测量单位时间内吸入进气支管的空气量,再根据转速算出每循环吸气量。这种测量方法比速度-密度法准确,因而可更精确地控制可燃混合气浓度。

(4) 按喷油时间间隔分类

① 连续喷射:不能用于缸内喷射,常见于机械喷射装置。

② 间歇喷射:在一定的曲轴转角内喷油。

(5) 按控制方式分类

按控制方式可分为开环控制和闭环控制,如图 1-3 所示。

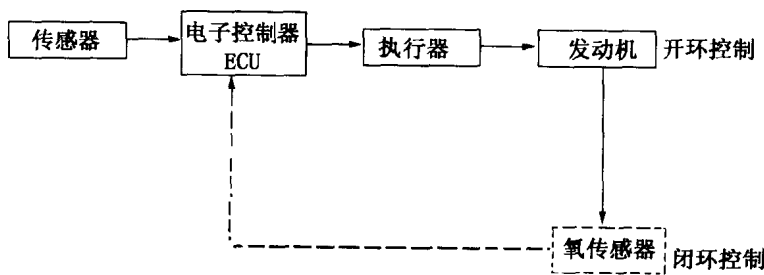


图 1-3 发动机的开环和闭环控制

(6) 按信息反馈的算法分类

按信息反馈的算法可分为比例积分微分(PID)控制算法和模糊(Fuzzy)控制算法。

(7) 按多点喷射的喷油方式分类

① 同时喷油:各缸喷油器同时喷油。

② 分组喷油:将各个汽缸喷油器分成若干组,点火间隔为 360°曲轴转角的两个喷油器为一组,同组喷油器同时喷油。

③ 顺序喷油:各缸喷油器按照发动机的点火顺序分别进行喷油。

2. 电控汽油喷射系统的组成

图 1-4 和图 1-5 所示分别为 L 型和 D 型汽油喷射系统平面图。国产桑塔纳(Santana) 2000 型和日本产皇冠(Crown)3.0 型轿车均采用 D 型汽油喷射系统。

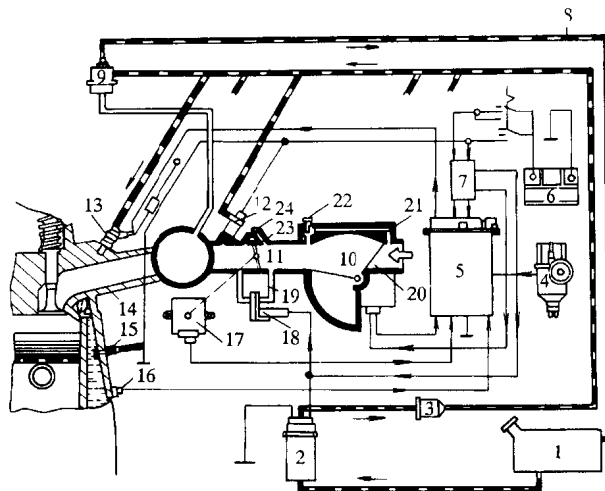
电控汽油喷射系统通常分为进气系统、喷油系统、电子控制系统三大部分。

(1) 进气系统

进气系统为发动机可燃混合气的形成提供必需的空气。如图 1-6 所示,空气经空气滤清器、空气流量计(只在质量流量法的电控发动机系统中采用)、节气门体、进气总管、进气支管进入汽缸。在有些发动机中,当油门踏板完全松开时,节气门全闭,发动机在怠速工况下运行,空气经旁通通道直接进入汽缸。图 1-7 所示即为进气系统各主要装置的实际布置情况。

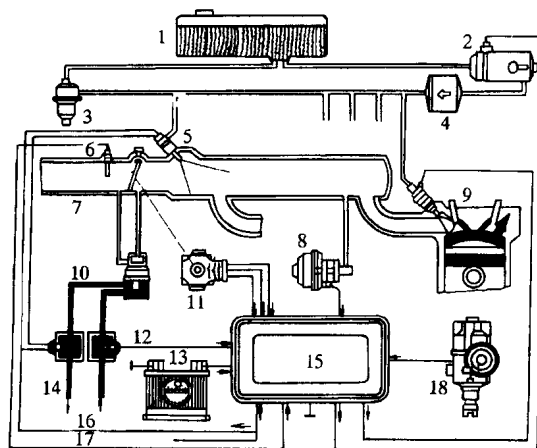
1) 节气门体

节气门装在节气门体上,控制进入各缸的空气量。当温度低时,空气阀打开,空气经空气



1 汽油箱 2. 电动汽油泵 3 汽油滤清器 4 分电器 5 电子控制器 ECU 6. 蓄电池 7 继电器 8 回油管 9 汽油压力调节器 10 空气流量计 11 节气门 12. 冷启动喷油器 13 喷油器 14. 进气管 15 热时间开关 16 冷却水温度传感器 17 节气门开度传感器 18. 辅助空气阀 19 辅助空气管 20 进气温度传感器 21, 23 旁通道 22, 24 调节螺钉

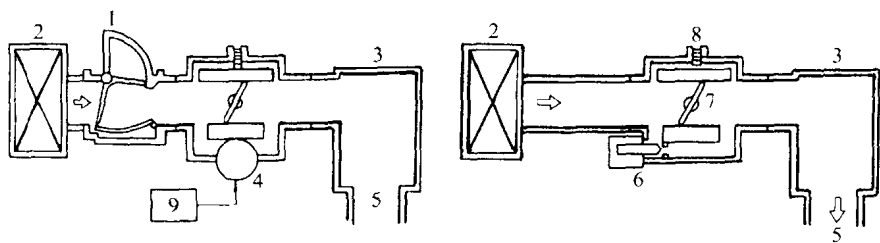
图 1-4 L 型汽油喷射系统



1 汽油箱 2 汽油泵 3 汽油压力调节器 4. 滤清器 5 冷启动喷油器 6 温度传感器 7 进气管 8 压力传感器 9. 喷油器 10. 辅助空气阀 11 节气门位置传感器 12. 水温传感器 13 蓄电池 14 热时间开关 15 ECU 16 冷却 17 来自点火开关的信号 18 分电器

图 1-5 D 型汽油喷射系统

阀进入进气总管,这部分外加的空气可提高怠速转速。在装有怠速控制阀的发动机中,由怠速控制阀完成空气阀的作用(参见图 1-6)。



1 空气流量计 2 空气滤清器 3 进气总管 4 怠速控制阀 5 进气支管 6 空气阀 7 节气门 8 节气门体 9 电子控制器(ECU)

图 1-6 进气系统示意图

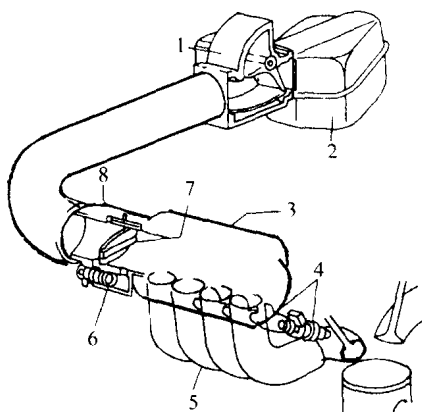
节气门体包括发动机正常运行工况控制进气量的节气门和怠速运行时少量空气通过的旁通通道。节气门位置传感器也装在节气门轴上,用来检测节气门开启的角度。有的节气门体上还装有空气阀。为了避免寒冷气候条件下节气门体结冰,有的发动机使冷却水流经节气门体,如图 1-8 所示。

2) 怠速调整螺钉

大多数电控汽油喷射发动机在怠速时节气门是全关闭的,空气经旁通通道进入进气总管。可用怠速调整螺钉调整怠速。电子控制系统还可通过步进电机或直接控制节气门开度的方法控制发动机的怠速转速。

3) 空气阀

它只是在发动机低温时调节进气量,控制发动机怠速。常见的有双金属型和石蜡型两种。



1 空气流量计 2 空气滤清器 3 进气总管 4. 喷油器 5 进气支管 6 空气阀 7 节气门 8 节气门体

图 1-7 进气系统主要装置的布置

① 双金属型

它由双金属元件和加热线圈组成,如图 1-9 所示。发动机开始运转时,温度低,空气阀处于开启状态,空气经节气门体的旁通通道、空气阀进入进气总管,如图 1-9(a)、(b)所示。此时虽节气门是关闭的,但进气量较大,怠速转速高。电流流入加热线圈,使双金属元件温度升高,产生变形并慢慢地关闭活门,如图 1-9(c)所示,从而降低发动机怠速。

发动机暖机后,双金属元件不仅受到加热线圈加热,还受到发动机的热量加热,使活门保持关闭,发动机处于正常的怠速工作。当热机启动时,活门保持关闭,

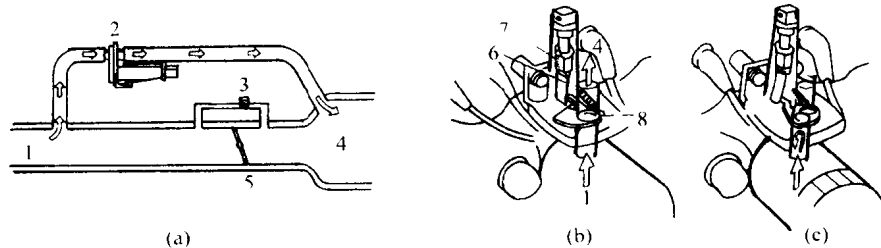
1 冷却水 2. 怠速调整螺钉 3 节气门位置(开度)传感器

图 1-8 节气门体

以免发动机快怠速运行。图 1-10 所示为双金属型空气阀的电路原理图。

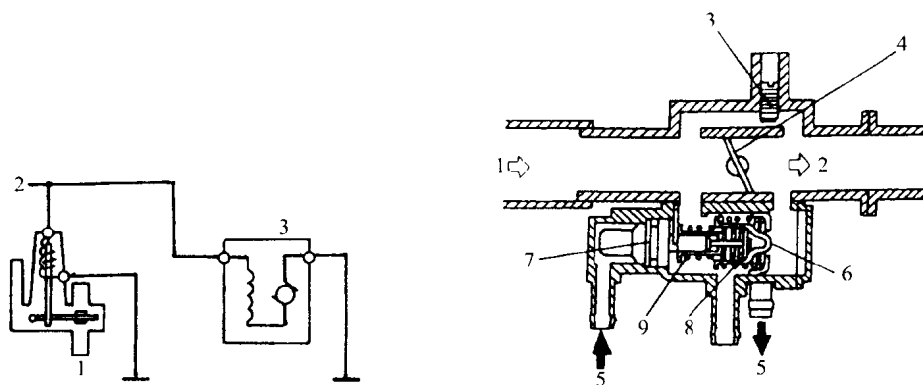
② 石蜡型

石蜡型空气阀装在节气门体内。它由温度调节阀、活门弹簧 A 和活门弹簧 B 组成。温度调节阀内充满了石蜡,石蜡的体积随冷却水温度的变化而膨胀或收缩。如图 1-11 所示。



1 空气来自空气滤清器 2 空气阀 3 怠速调整螺钉 4 至进气总管 5 节气门 6 双金属元件 7 加热线圈 8 活门

图 1-9 双金属型空气阀



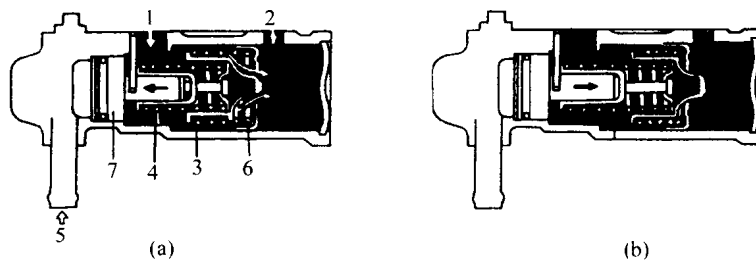
1 空气阀 2 至断路器 3 电动汽油泵

图 1-10 双金属型空气阀的电路原理

1 自空气滤清器 2 至进气总管 3 怠速调整螺钉 4 节气门 5 冷却水 6 活门 7 温度调节阀 8 活门弹簧 A 9 活门弹簧 B

图 1-11 石蜡型空气阀的结构

温度低时,调节阀收缩,活门弹簧 B 被压缩,活门弹簧 A 伸长,活门打开,使空气经空气阀进入进气总管,见图 1-12(a)。冷却水温度升高后,温度调节阀膨胀,活门弹簧 B 伸长,使活门关闭,见图 1-12(b)所示。由于弹簧 B 的弹性系数比 A 大,所以活门是逐渐关闭的,使发动机转速逐渐地降低到正常怠速转速。



1 来自空气滤清器 2 至进气总管 3 活门弹簧 A 4 活门弹簧 B 5 冷却水 6 活门

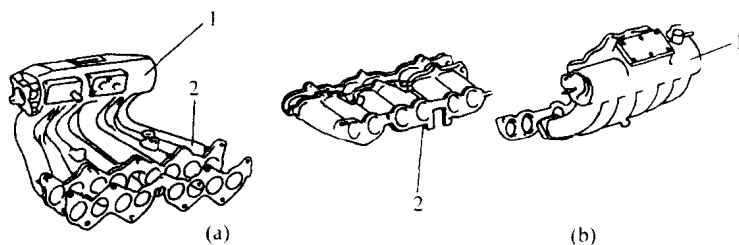
图 1-12 石蜡型空气阀的工作原理

当冷却水温度达到 80°C 后,活门总是处于关闭状态,发动机在正常怠速下运行。

4) 进气总管和进气支管

在多点喷射发动机中,为了消除进气脉动和改善各缸分配均匀性,进气总管的形状、容积都需进行专门设计,每个汽缸都有单独的进气管。

有些发动机的进气支管和进气总管是分开的,用螺钉连接起来;而有些发动机的进气支管和进气总管却做成整体的,如图 1-13(a) 所示,图 1-13(b) 所示则是分开型的。

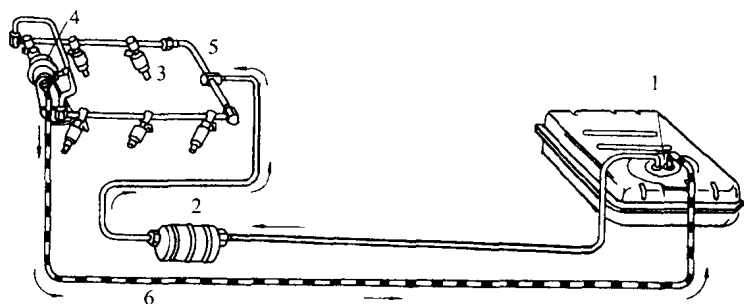


1 进气总管 2 进气支管

图 1-13 进气总管和进气支管

(2) 喷油系统

如图 1-14 所示,电动汽油泵将汽油从油箱内泵出,经汽油滤清器进入喷油器。当油路的压力升高时,油压调节器起作用,多余的汽油返回油箱,从而保持喷油器的喷油压力与进气支管真空度的总和保持不变,喷油器按电子控制器(ECU)控制的喷油持续时间将汽油喷入进气道。



1 电动汽油泵 2 汽油滤清器 3 喷油器(6个) 4 油压调节器 5 输油管
路 6. 回油管

图 1-14 喷油系统及其主要装置

某些发动机还装有脉动阻尼器,以消除喷油时油压产生的微小波动;或装有冷启动喷油器,在冷却水温度低时,将汽油喷入进气总管,以改善发动机低温时启动性能。

在多点喷油系统中,喷油压力在 0.2MPa 以上,一般在 $0.20 \sim 0.55\text{MPa}$ 范围内;在单点喷油系统中,喷油压力在 $0.07 \sim 0.12\text{MPa}$ 之间。喷油量由喷油器通电时间的长短来控制。

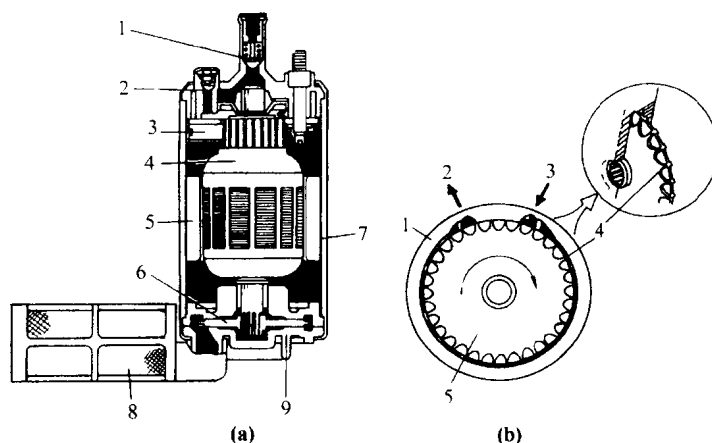
1) 电动汽油泵

油泵根据安装位置的不同,可分为油箱内安装的油泵和油箱外安装的油泵两种。驱动油泵的电机与泵做成一体,装在壳体内。工作时泵内充满汽油,故也称为湿式泵。目前大多采用油箱内安装的油泵。

① 内装式汽油泵

因它装在油箱内,噪声小,采用涡轮泵,油路内油压波动小。如图 1-15(a)所示,它主要由油泵电机、涡轮泵、单向阀、卸压阀及滤网等组成。

涡轮泵由一个或两个叶轮、外壳和泵盖组成。当电机转动时,带动叶轮与它一起旋转,叶轮外缘上的叶板把汽油从入口压向出口,如图 1-15(b)所示。



(a) 中 1 单向阀 2 卸压阀 3 电刷 4 电枢 5 磁极 6 叶轮 7. 泵壳 8 滤网 9 泵盖

(b) 中 1 壳体 2 出口 3 入口 4 叶板 5 叶轮

图 1-15 内装式汽油泵的结构及原理

油泵内的电机是用汽油冷却和润滑的,因而油箱内油面一定不能低于某一定值,以免电机烧毁。

② 外装式汽油泵

如图 1-16(a)所示,外装式汽油泵包括油泵驱动电机、滚柱式油泵、单向阀、卸压阀、滤网和阻尼稳压器。

如图 1-16(b)所示,滚柱式油泵泵油部分由转子、滚柱和泵圈隔板组成。电机转动时,带动转子旋转,在离心力作用下,滚柱沿着泵圈隔板的内壁运动。由于转子和泵圈隔板不同心,使转子、泵圈隔板和滚柱间所包围的容积周期性变化,从而将油泵出。

汽油流经电机、单向阀、阻尼稳压器,从油泵出油口泵出。阻尼稳压器可消除油泵产生的脉动和减少噪声。卸压阀和单向阀的作用与内装汽油泵相同。

2) 脉动阻尼器

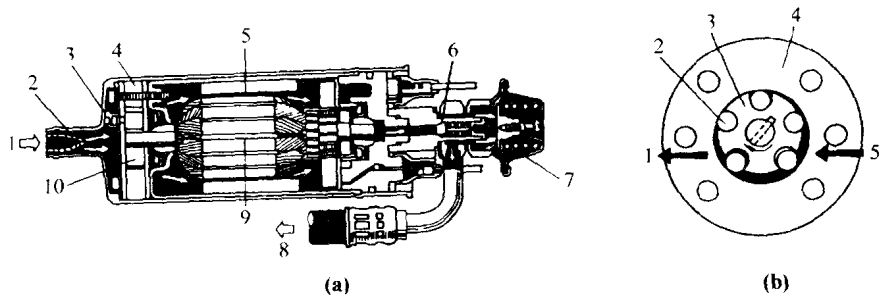
脉动阻尼器的结构原理如图 1-17 所示。

当喷油器喷油时,油路中油压会出现微小的波动,脉动阻尼器即可通过膜片和弹簧稳定油管中的压力。为了简化油路,大多数电控汽油喷射系统发动机已不再采用脉动阻尼器。

3) 油压调节器

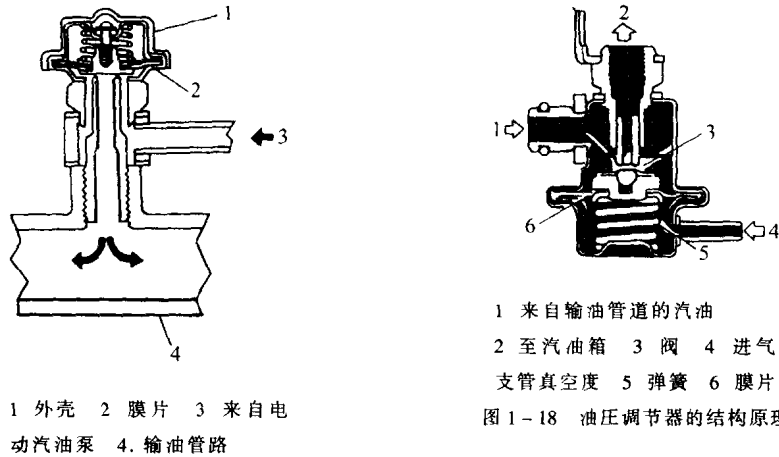
油压调节器的功能是调节喷油压力。喷油器喷出的油量是用改变喷油信号持续时间来进行控制的,由于进气支管内真空度是变化的,即使喷油信号的持续时间和喷油压力保持不变,喷油量也会发生少量的变化。为了得到精确的喷油量,必需使油压和进气支管真空度的总和保持定值。

油压调节器的结构原理如图 1-18 所示。



(a)中:1 进油口 2 滤网 3 卸压阀 4 泵圈隔板 5 磁铁 6 单向阀
7 阻尼稳压器 8 出油口 9 电机 10 转子
(b)中:1 出口 2 滚柱 3 转子 4 泵圈隔板 5 入口

图 1-16 外装式汽油泵的结构及原理



1 外壳 2 膜片 3 来自电
动汽油泵 4. 输油管路

图 1-17 脉动阻尼器的结构原理

1 来自输油管道的汽油
2 至汽油箱 3 阀 4 进气
支管真空度 5 弹簧 6 膜片

图 1-18 油压调节器的结构原理

来自输油管路的高压油推动膜片,打开阀门,部分汽油经回油管流回汽油箱。输油管内的油压大小与膜片弹簧的刚度系数和预紧力有关。进气支管的真空度被引至油压调节器的膜片弹簧一侧,从而减弱了作用在膜片上的弹簧力,回油量增加,汽油压力降低。即进气支管真空度增加时,喷油压力减小,使油压和进气支管真空度的总和保持不变。

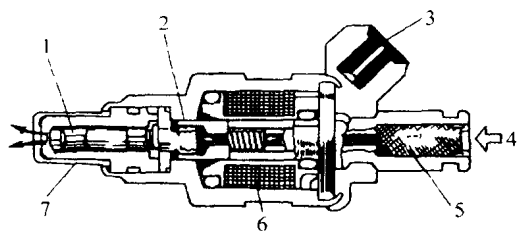
油泵停止工作时,在弹簧力作用下使阀关闭。这样,油泵内的单向阀和油压调节器内的阀门使油路中残留压力基本保持不变。

4) 喷油器

喷油器主要由针阀、回位弹簧、柱塞、滤网、电磁线圈和壳体等组成,如图 1-19 所示。平时针阀在回位弹簧作用下将喷油孔封住,当电子控制单元的喷油控制信号将喷油器和电源回路接通,电流流过电磁线圈时,针阀才在电磁力吸引下克服弹簧压力、摩擦力和自身重量,从静止往上升起,汽油按图示箭头方向喷出。

① 喷油器的形式

按喷口形式来区分有针阀型和孔型两种,如图 1-20 所示。针阀型喷油器不易堵塞,而孔型喷油器喷出的汽油雾化好。孔型喷口一般为 1~2 孔。



1 针阀 2 柱塞 3 电插头 4 汽油入口 5 滤网
6 电磁线圈 7 壳体

图 1-19 喷油器的结构

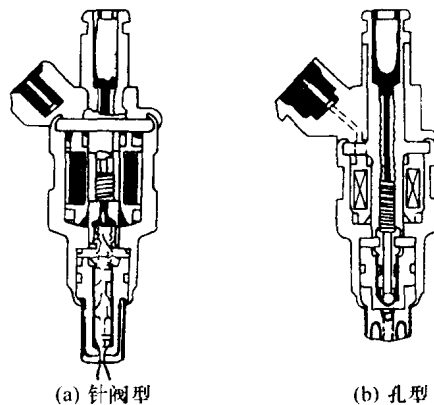


图 1-20 喷油器喷口类型

按喷油器的阻值来区分有低阻喷油器和高阻喷油器两种。低阻喷油器的电阻值约为 $2 \sim 3\Omega$, 高阻喷油器的电阻值约为 $13 \sim 16\Omega$ 。

按供油方式来区分有顶部供油和底部(或侧部)供油两种,如图 1-21 所示。底部供油有利于消除“气阻”现象。

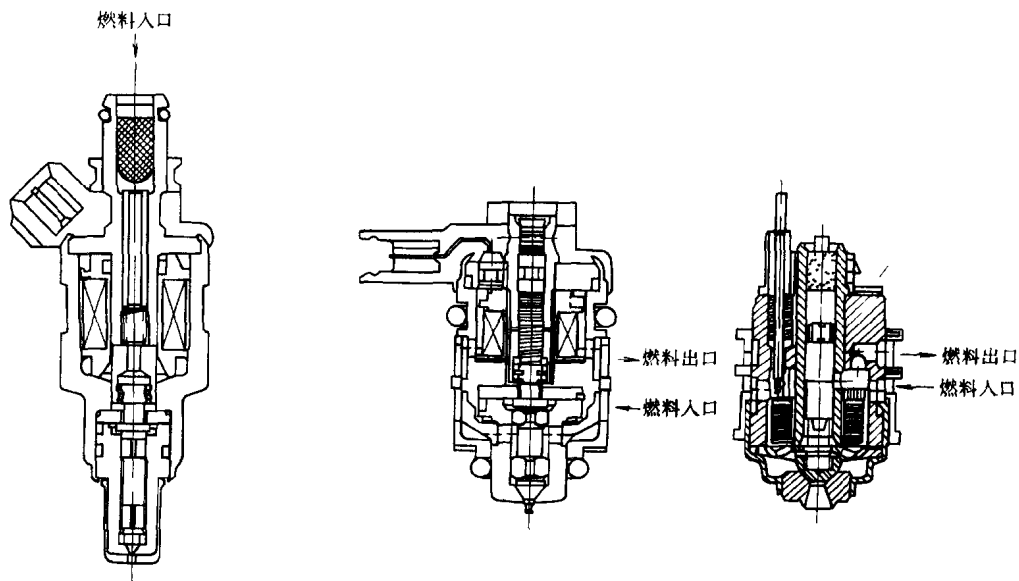


图 1-21 喷油器的供油方式

② 喷油器的驱动方法

喷油器的驱动方法有两种,即电压控制法和电流控制法,如图 1-22 所示。电压控制的驱动电路适用于串有螺管形电阻的低电阻喷油器和高电阻喷油器,电流控制的驱动电路只适用于低电阻喷油器。

电子控制器内晶体管导通,线圈开始通电到打开喷油器所需的时间,电流控制型喷油器最短,带螺管形电阻喷油器次之,高电阻喷油器的时间最长。

5) 冷启动喷油器

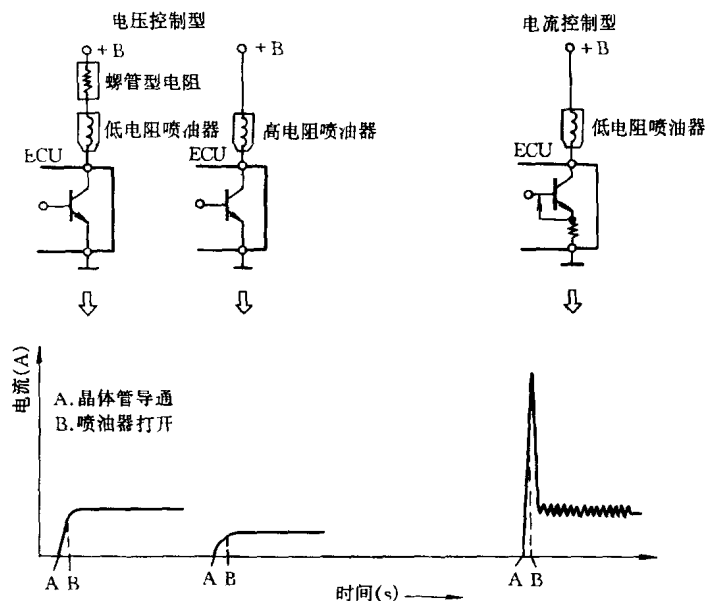
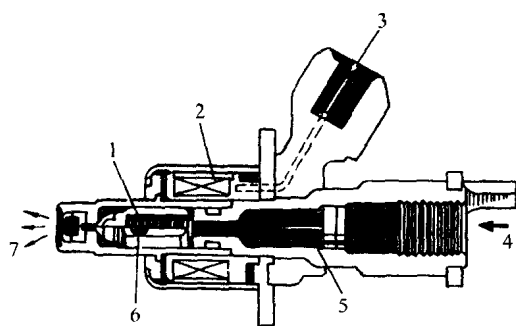


图 1-22 喷油器的驱动方法

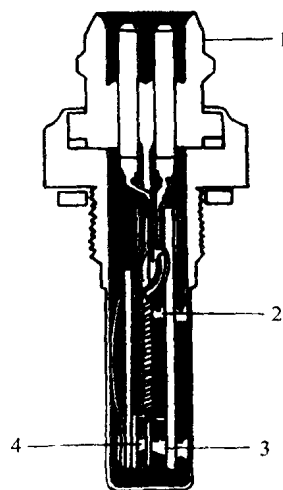
冷启动喷油器安装在进气总管的中间部位,它只工作在低温(冷机)启动时,以改善冷机启动性能。为了改善汽油的雾化性,冷启动喷油器头部(喷口处)的结构较特殊,如图 1-23 所示。

冷启动喷油器的喷油时间通常由热时间开关(或定时开关)进行限制,以免长时间连续喷油使火花塞被淹。有些发动机的冷启动喷油器还由电子控制器(ECU)进行控制。热时间开关的结构如图 1-24 所示。



1 回位弹簧 2. 电磁线圈 3 电插头 4 汽油入口
5 滤网 6 柱塞 7 汽油喷出

图 1-23 冷启动喷油器的结构

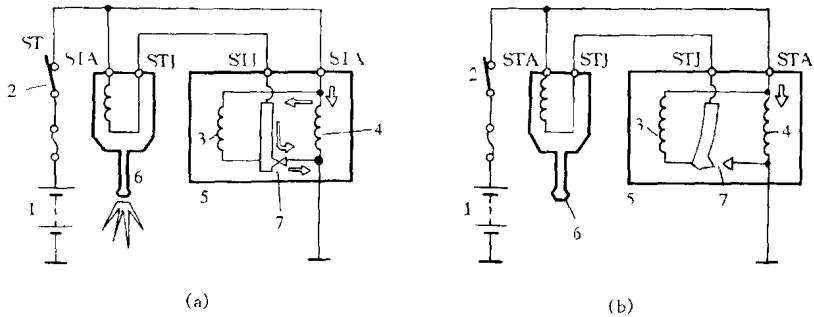


1 电插头 2 加热线圈
3 触点 4 双金属片(元件)

图 1-24 热时间开关的结构

当冷却水温度低时,热时间开关的触点闭合。当点火开关处于“ST”(启动)位置时,电流按

图 1-25(a)中箭头方向流动,启动喷油器喷油。启动后,点火开关转至“ON”(点火)位置,冷启动喷油器停止喷油。由于电流流过加热线圈,使双金属元件受热弯曲,触点断开,如图 1-25(b)所示。加热线圈 B 进一步加热双金属元件,以免触点再次闭合。



1 蓄电池 2 点火开关 3 加热线圈 A 4 加热线圈 B 5 热时间开关 6 冷启动喷油器
7 触点

图 1-25 热时间开关电路原理

冷启动喷油器热时间开关控制的喷油时间与冷却水温度的关系如图 1-26 所示。

由电子控制器(ECU)控制的冷启动喷油器电路如图 1-27所示,其控制的喷油时间与冷却水温度的关系见图 1-28,其中阴影部分 A 表示用热时间开关控制冷启动喷油器喷油的范围,B 则表示用电子控制器(ECU)控制冷启动喷油器喷油的范围,A·B是采用热时间开关和 ECU 同时控制的喷油范围。

(3) 电子控制系统

汽油喷射电子控制系统一般由传感器(或开关信号装置)、电子控制器(ECU)、执行器(喷油器)三大部分组成,如图 1-29 所示。图 1-30 则是汽油喷射系统主要控制装置在车上的布置。

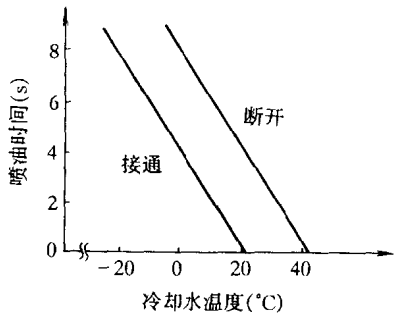


图 1-26 热时间开关控制的喷油时间与冷却水温度的关系

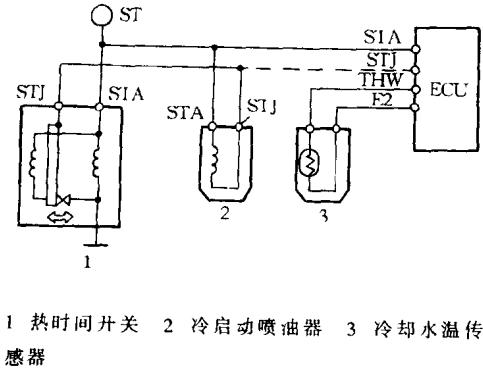


图 1-27 冷启动喷油器电路

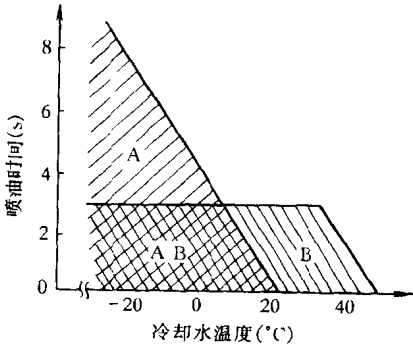


图 1-28 采用热时间开关和 ECU 同时控制的喷油时间与冷却水温度的关系

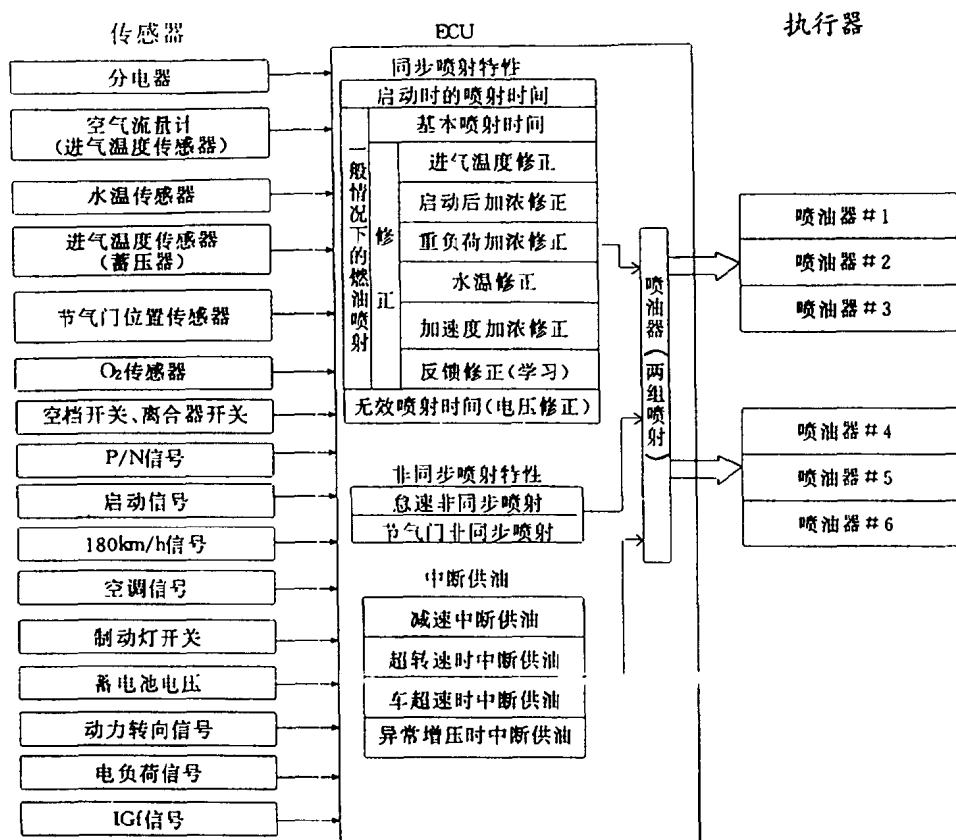


图 1-29 汽油喷射电子控制系统框图

1) 传感器

汽油喷射系统最重要的传感器是决定发动机主要工况的负荷传感器(空气流量计或压力传感器、节气门位置传感器)和发动机转速传感器,其次是温度(水温、气温)传感器、氧(O_2)传感器和爆震传感器等。

① 空气流量计

空气流量计用来将吸入的空气量转换成电信号送给电子控制器(ECU),作为决定喷油量的基本信号之一。按照空气流量计的结构型式可将其分为叶片式空气流量计、卡门旋涡式空气流量计、热线式空气流量计和热膜式空气流量计四种。

a. 叶片式空气流量计 叶片式空气流量计的测量部分由测量板、补偿板、回位弹簧、电位计和旁通道等组成。此外还有怠速调整螺钉、油泵开关和进气温度传感器等。其结构及工作原理如图 1-31、1-32 所示。来自空气滤清器的空气通过空气流量计时,在空气推力作用下使测量片打开一个角度,这时空气作用力和回位弹簧力平衡。测量片打开的角度随进气量大小而变化。与测量片同轴旋转的电位计把进气量转换成电压信号(V_i)送给电子控制器 ECU。由于电路设计上的不同,当进气量变大时,可以使 V_i 电压值升高,也可以使 V_i 电压值降低。油泵开关装在电位计内,当发动机转动,空气流量计内有空气流过时,油泵开关闭合。当发动机停止工作,油泵开关断开,即使点火开关是闭合的,油泵也不工作。在旁通道中装有怠速调